



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 101 35 306 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 33/00**

21 Aktenzeichen: 101 35 306.5  
22 Anmeldetag: 19. 7. 2001  
43 Offenlegungstag: 22. 8. 2002

DE 101 35 306 A 1

30 Unionspriorität:  
90103012 12. 02. 2001 TW  
71 Anmelder:  
Arima Optoelectronics Corp., Taoyuan, TW  
74 Vertreter:  
Benedum Haseltine Lake Partners, 81669 München

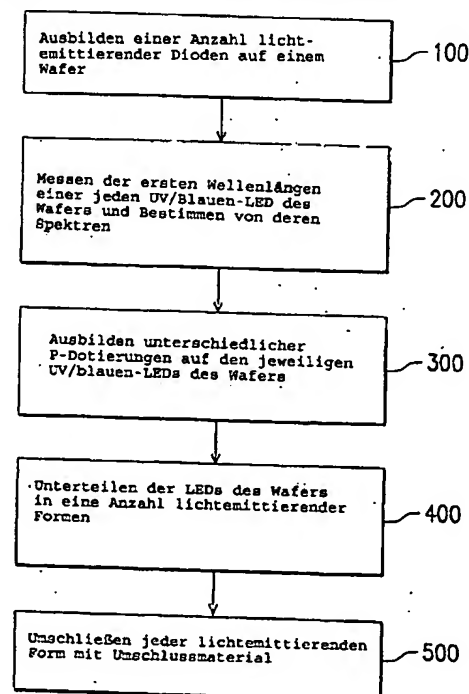
72 Erfinder:  
Huang, Wen-Chien, Taipei, TW

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung von Vorrichtungen, die Licht gleicher Farbtemperatur abstrahlen

57 Verfahren zur Herstellung von Leuchtdioden mit gleicher Farbtemperatur. Auf einem Wafer werden eine Anzahl Leuchtdioden-Wafer ausgebildet, dann die Wellenlänge des Lichts der Wafer-Leuchtdioden gemessen und entsprechend unterschiedliche Mengen Phosphorstoffe auf den Wafer-Leuchtdioden durch Tintenstrahldruck aufgebracht, so dass das Licht der Wafer-Leuchtdioden eine gleiche Farbtemperatur besitzt. Die Wafer-Leuchtdioden werden dann in einzelne Leuchtdioden geschnitten und eingegossen.



DE 101 35 306 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von leuchtenden Vorrichtungen und insbesondere eines Wafers mit diesen Vorrichtungen.

[0002] Fig. 1A bis 1G zeigen die Herstellung von leuchtenden Vorrichtungen nach dem Stand der Technik. Fig. 1A: In einem Halbleiterverfahren wird auf einem isolierenden Substrat 18 eine Deckschicht 19 vom n-Typ aufgebracht. Es folgt eine p-Typ-Deckschicht 22, siehe Fig. 1B, und darauf, wie in Fig. 1C gezeigt, eine p-Typ-Elektrode 17; auf der n-Typ-Deckschicht 19 kommt eine n-Typ-Elektrode 14. Es werden dann Trennungslinien L in den Wafer geschnitten, siehe Fig. 1D, so dass man einzelne leuchtende Formstücke 15 erhält. In Fig. 1E ist gezeigt, wie die Licht abstrahlenden Formstücke 15 auf einem ersten Lötrahmen 12 ausgerichtet werden. Erste Drähte 21 verbinden die p-Typ-Elektrode 17 mit einem zweiten Lötrahmen 13 und zweite Drähte 23 verbinden die n-Typ-Elektrode 14 mit dem ersten Lötrahmen 12. Siehe 1F: Es wird dann auf der Licht emittierenden Vorrichtung 32 eine Phosphorschicht ausgebildet und schließlich die Licht emittierende Vorrichtung 32 in Harz 34 eingegossen; siehe Fig. 1G.

[0003] Somit sind Dosis und Zusammensetzung der Phosphorschicht auf herkömmlichen Formstücken im Wesentlichen gleich. Die Licht emittierenden Formstücke strahlen aber kein Licht gleicher Wellenlänge ab, selbst wenn sie im gleichen Halbleiterverfahren auf dem gleichen Wafer ausgebildet wurden. Ein Teil des Lichts erster Wellenlänge, das die Licht emittierenden Formstücke abstrahlen, wird durch den Phosphor in ein Licht mit größerer zweiter Wellenlänge transformiert. Da aber Dosis und Zusammensetzung der Phosphorschicht gleich ist und das Primärlicht unterschiedliche Wellenlängen hat, besitzt auch das von den Formen emittierte Sekundärlicht unterschiedliche Wellenlängen.

[0004] Die aus den ersten und zweiten Wellenlängen entstehende überlagerte Wellenlänge einer jeden Licht emittierenden Vorrichtung kann daher nicht gleich sein. Mit anderen Worten, die Licht emittierenden Vorrichtungen haben keine uniforme Farbtemperatur. Somit beträgt die Ausbeute an Licht emittierenden Vorrichtungen auf einem Wafer nur 10%.

[0005] Nachteilig am Stand der Technik ist, dass die Vorrichtungen Licht mit unterschiedlicher Farbtemperatur abstrahlen. Es ist Aufgabe der Erfindung, diese Nachteile des Stands der Technik zu beheben.

[0006] Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1. Vorteilhafte Ausführungsformen des Verfahrens sind in den Unteransprüchen beschrieben.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Wellenlänge des von jeder Vorrichtung abgestrahlten Lichts bestimmt und je nach Wellenlänge des Lichts unterschiedliche Mengen Phosphor auf den Licht emittierenden Vorrichtungen aufgebracht. Man erhält so Vorrichtungen, die Licht gleicher Farbtemperatur abstrahlen.

[0008] Es ist weiterhin Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von Leuchtdioden mit uniformer Farbtemperatur bereitzustellen. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte: Ausbilden einer Anzahl Leuchtdioden auf einem Wafer; Ermitteln der Wellenlänge des Lichts, das von den Leuchtdioden auf dem Wafer jeweils abgestrahlt wird; und Ausbilden unterschiedlicher Dosen Phosphor auf den Wafer-Leuchtdioden je nach Wellenlänge des von der Diode abgestrahlten Lichts. Hierdurch erreicht man, dass die Leuchtdioden auf dem Wafer Licht gleicher Farbtemperatur abstrahlen.

[0009] Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Bereitstel-

lung eines Verfahrens zur Herstellung Licht emittierender Vorrichtungen gleicher Farbtemperatur. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte: Ausbilden einer Zahl von Leuchtdioden auf einem Wafer; Bestimmen der Wellenlänge des Lichts, das die Dioden auf dem Wafer abstrahlen; Aufbringen unterschiedlicher Mengen Phosphor auf den Wafer-Leuchtdioden je nach Wellenlänge des von den Dioden abgestrahlten Lichts. Hierdurch erhält man Leuchtdioden mit gleicher Farbtemperatur auf dem Wafer. Die Leuchtdioden auf dem Wafer werden dann in eine Anzahl Formstücke unterteilt, die Licht gleicher Farbtemperatur abstrahlen. Durch Einschließen der Licht emittierenden Formstücke erhält man dann Licht emittierende Vorrichtungen gleicher Farbtemperatur.

[0010] Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung von Leuchtdioden, die weißes Licht gleicher Farbtemperatur abstrahlen. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte: Ausbilden einer Anzahl UV/Blau-Leuchtdioden auf einem Wafer; Bestimmen der Wellenlänge des Lichts, das von den UV/Blau-Leuchtdioden auf dem Wafer abgestrahlt wird; und Ausbilden unterschiedlicher Mengen Phosphor auf den UV/Blau-Leuchtdioden je nach Wellenlänge des von den UV/Blau-Leuchtdioden abgestrahlten Lichts, so dass man weiße Leuchtdioden mit gleicher Farbtemperatur auf dem Wafer erhält.

[0011] Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt in der Bereitstellung eines Verfahrens zur Herstellung von Vorrichtungen, die weißes Licht gleicher Farbtemperatur abstrahlen. Das erfindungsgemäße Verfahren umfasst die Schritte: Ausbilden einer Anzahl UV/Blau-Leuchtdioden auf einem Wafer; Ermitteln der Wellenlänge des Lichts, das die UV/Blau-Leuchtdioden auf dem Wafer abstrahlen; Ausbilden unterschiedlicher Dotierungen Phosphor auf den UV/Blau-Leuchtdioden auf dem Wafer je nach Wellenlänge des von der UV/Blau-Leuchtdiode abgestrahlten Lichts und Erhalt weißer Leuchtdioden auf dem Wafer mit gleicher Farbtemperatur; Trennen der weißen Leuchtdioden auf dem Wafer in eine Anzahl Formstücke, die weißes Licht gleicher Farbtemperatur abstrahlen; und Erhalt von Vorrichtungen, die weißes Licht mit gleicher Farbtemperatur abstrahlen, durch Einschließen der weißen Licht abstrahlenden Formstücke.

[0012] Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass unterschiedliche Mengen Phosphor auf den jeweiligen Leuchtdioden aufgebracht werden. Hierdurch wird erreicht, dass die überlagerten Wellenlängen einer jeweiligen Leuchtdiode, gebildet aus Wellenlänge des Primärlichts der Diode und der Wellenlänge des vom Phosphor modulierten Sekundärlichts, eine nahezu gleiche Farbtemperatur besitzen. Man erhält hierdurch auch eine höhere Ausbeute bei der Fertigung.

[0013] Die Erfindung zeichnet sich ferner dadurch aus, dass die unterschiedlichen Mengen Phosphor auf der Waferform auf den jeweiligen Leuchtdioden aufgebracht werden. In den herkömmlichen Verfahren wurde bislang der Phosphor erst nach dem Abtrennen der jeweiligen Diode vom Wafer aufgebracht. Hierdurch wird erreicht, dass ein jeder Wafer eine größere Menge lichtemittierender Vorrichtungen mit gleicher Farbtemperatur hergibt.

[0014] Es werden weitere Vorteile, Merkmale und Aufgaben der Erfindung werden an Beispielen und mit Bezug auf anliegende Zeichnungen beschrieben. Es zeigt:

[0015] Fig. 1A bis 1G das herkömmliche Verfahren zur Herstellung Licht emittierender Vorrichtungen;

[0016] Fig. 2 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0017] Fig. 3 eine zeichnerische Darstellung einer Anzahl Leuchtdioden auf einem Wafer;

[0018] Fig. 4 eine zeichnerische Darstellung der verschiedenen Phosphor-Dotierungen auf den jeweiligen Leuchtdioden;

[0019] Fig. 5 eine zeichnerische Darstellung einer Anzahl Licht emittierender Formstücke, indem die Dioden auf dem Wafer in Fig. 4 unterteilt werden;

[0020] Fig. 6 eine Zeichnung von einer Leuchtdiode mit einer Aktivschicht.

[0021] Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0022] In Schritt 100 werden zunächst eine Anzahl Leuchtdioden auf einem Wafer ausgebildet. Fig. 3 zeigt eine Zeichnung von einer Anzahl Leuchtdioden auf einem Wafer. Die UV/Blau-Leuchtdioden sind auf einem isolierenden Substrat 18 ausgebildet und umfassen ein isolierendes Substrat 18, eine auf dem isolierenden Substrat 18 ausgebildete Deckschicht 19 vom n-Typ, ein auf der n-Typ-Deckschicht 19 ausgebildete p-Typ-Deckschicht 22 von vorgegebener Form, eine Anzahl Elektroden 17 vom p-Typ, die jeweils auf der p-Typ-Deckschicht 22 ausgebildet sind, sowie eine Anzahl Elektroden 14 vom n-Typ, die jeweils auf den vorgegebenen Stellen der n-Typ-Deckschicht 19 ausgebildet sind. Bei den UV/Blau-Leuchtdioden besteht die Deckschicht 19 vom n-Typ in der Regel aus Gruppe-III-V-Verbindungen auf der Basis von n-Galliumnitrid. Die p-Typ-Deckschicht besteht aus Gruppe-III-V-Verbindungen auf der Basis von p-Galliumnitrid. Die auf dem Wafer ausgebildeten UV/Blau-Leuchtdioden emittieren blaues Licht mit einer Standardwellenlänge von 450 nm.

[0023] Siehe Fig. 2. Schritt 200 gilt der Messung der Primärwellenlängen der Dioden auf dem Wafer 18. Auf dem Wafer 18 sind eine Anzahl Segmente L ausgebildet. Es wird dann an jede Diode ein Strom angelegt und ein Detektor (nicht gezeigt) bestimmt die Wellenlänge des von den Dioden jeweils abgestrahlten Lichts. Über die p- und n-Elektroden 14, 17 an den UV/Blau-Leuchtdioden auf dem Wafer wird dann eine Schwellenspannung angelegt und die jeweilige Diode leuchtet. Es wird also das Spektrum S einer jeden UV/Blau-Leuchtdiode auf dem Wafer gemessen.

[0024] Gemäß dem Farbigeits-Diagramm gemäß der CIE von 1931 und der Farbabgleichsfunktion werden die Primärwellenlänge der vorliegenden UV/Blau-Leuchtdiode und die Sekundärwellenlänge des Leuchtstoffs, z. B. von Phosphor, überlagert, so dass man ein andersfarbiges Licht erhält.

[0025] Siehe Fig. 2. Im Schritt 300 werden jeweils unterschiedliche Mengen Phosphor auf den UV/Blau-Leuchtdioden des Wafers je nach Spektrum aufgebracht. Je nach vorliegendem Spektrum wird eine andere Dosis Phosphor auf der jeweiligen Leuchtdiode durch Tintenstrahl Druck aufgebracht. Strahlt beispielsweise die rechts in Fig. 4 gezeigte Leuchtdiode eine Wellenlänge von 450 nm ab, das heißt, die Standardwellenlänge, so wird eine Standarddosis Phosphor 32a durch Tintenstrahl Druck aufgebracht. Die Farbtemperatur des modulierten Lichts der Diode liegt dann bei 6000 K. Strahlt die Leuchtdiode, z. B. die in der Mitte von Fig. 4, eine Primärwellenlänge von 455 nm ab, so wird eine kleinere Dosis Phosphor 32b mithilfe des Tintenstrahl Druckers aufgebracht. Die Diode strahlt dann auch weißes Licht dieser Farbtemperatur ab. Strahlt bspw. die links in Fig. 4 gezeigte Diode eine Primärwellenlänge von 445 nm ab, wird eine größere Dosis Phosphor 32c mithilfe des Tintenstrahl Druckers aufgebracht. Auch diese Diode emittiert dann weißes Licht mit der gleichen Farbtemperatur. Ist die von der Diode abgestrahlte Wellenlänge länger als die Standardwellenlänge, wird die Gesamtfläche der vom Phosphormaterial abgestrahlten Sekundärwellenlänge verringert, so dass das weiße Licht entsprechend der Farbabgleichsfunktion auf

eine Farbtemperatur von 6000 K moduliert wird. Mit anderen Worten: die auf der Wafer-Leuchtdiode aufgebrachte Dosis Phosphor wird vermindert. Ist die von der Diode abgestrahlte Primärwellenlänge kürzer als die Standardwellenlänge, wird die Gesamtfläche der vom Phosphormaterial abgestrahlten Sekundärwellenlänge erhöht und das weiße Licht gemäß der Farbabgleichsfunktion auf eine Farbtemperatur von 6000 K moduliert. Mit anderen Worten: die auf der Wafer-Leuchtdiode aufgebrachte Menge Phosphor wird erhöht. Ferner können erfindungsgemäß die Phosphorstoffe auf den Diodenoberflächen in der Waferform jeweils durch thermische Gasblasen- oder Piezo-Tintenstrahl Druck aufgebracht werden.

[0026] Siehe Fig. 2. Der Schritt 400 beschreibt, dass nach dem Aufbringen der jeweiligen Phosphordosis auf den Leuchtdioden des Wafers die Waferdioden in eine Anzahl Licht emittierender Formstücke unterteilt werden. Fig. 5 zeigt eine Anzahl Licht emittierender Formstücke, erhalten durch Unterteilen der Dioden in der Waferform von Fig. 4. Ein jedes Licht emittierende Formstück wird dann in ein Umschlussmaterial 34 eingeschlossen. Das Licht emittierende Formstück wird beispielsweise auf einen ersten Lötrahmen 12 aufgesetzt, wobei der Draht 23 die p-Elektrode 17 mit den Lötrahmen 12 verbindet und der Draht 21 die n-Elektrode 14 mit den zweiten Lötrahmen 13.

[0027] Siehe nochmals Fig. 2. Schritt 500 beschreibt den Einschluss der Licht emittierenden Form in ein Umschlussmaterial. Da das Umschlussmaterial der leuchtenden Vorrichtung unterschiedlich gekrümmte Oberflächen besitzen kann, können so unterschiedliche Fokusweiten hergestellt werden.

[0028] Siehe Fig. 6. Zwischen der n-Deckschicht 19 und der p-Deckschicht 22 kann zudem eine Aktivschicht 20 ausgebildet sein, um so die Lichtintensität der Leuchtvorrichtung zu erhöhen.

[0029] Erfindungsgemäß können verschiedene Phosphorverbindungen miteinander vermischt und auf den leuchtenden Formstücken in der Waferform aufgebracht werden. Werden zwei oder mehrere Phosphorstoffe gemischt, können zwei oder mehrere Wellenlängen gemessen werden. Werden also beispielsweise zwei Phosphorstoffe gemischt, so wird eine zweite und eine dritte Wellenlänge abgestrahlt. Mit anderen Worten: die Leuchtdiode strahlt eine Primärwellenlänge ab und die beiden Phosphorstoffe jeweils ein Licht mit zweiter und dritter Wellenlänge.

[0030] Die Erfindung ist für alle Arten von Leuchtdioden in Waferform und Phosphorstoffe geeignet. Es können somit viele verschiedene Leuchtvorrichtungen mit beliebigen Farbtemperaturen hergestellt werden.

[0031] Der Schutzbereich der Erfindung wird in den nachstehenden Ansprüchen beschrieben:

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Leuchtdioden gleicher Farbtemperatur, umfassend die Schritte  
Ausbilden einer Anzahl Leuchtdioden auf einem Wafer (18);  
Bestimmen der Wellenlänge des von den Leuchtdioden auf dem Wafer (18) jeweils abgestrahlten Lichts; und  
Ausbringen unterschiedlicher Mengen Phosphorstoffe (32a, 32b, 32c) auf den Leuchtdioden in der Waferform je nach Wellenlänge des von der Leuchtdiode abgestrahlten Lichts;  
wobei eine jede Leuchtdiode ein Licht mit einer ersten Wellenlänge abstrahlt und der Phosphorstoff (32a, 32b, 32c) ein Licht mit einer entsprechenden zweiten Wellenlänge, so dass die Leuchtdioden auf dem Wafer

Licht mit gleicher Farbtemperatur emittieren.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die auf der Leuchtdiode des Wafers aufgebrachte Menge Phosphorstoff vermindert wird, besitzt das von der Diode emittierte Primärlicht eine größere Wellenlänge als die Standardwellenlänge. 5

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die auf der Leuchtdiode des Wafers aufgebrachte Menge Phosphorstoff erhöht wird, besitzt das von der Diode emittierte Primärlicht eine kürzere Wellenlänge als die Standardwellenlänge. 10

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die auf einer jeden Leuchtdiode in der Waferform aufgebrachte Menge Phosphorstoff mithilfe von Tintenstrahldruck aufgebracht wird. 15

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Leuchtdiode eine Gruppe III-V-Leuchtdiode auf der Basis von Galliumnitrid ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der Tintenstrahldruck ausgewählt ist aus der Gruppe thermischer Gasblasen-Tintenstrahldruck und piezoelektrischer Tintenstrahldruck. 20

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Leuchtdiode eine UV/Blau-Leuchtdiode ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die auf dem Wafer ausgebildeten Leuchtdioden weißes Licht mit uniformer Farbtemperatur abstrahlen. 25

9. Verfahren zur Herstellung von Leuchtvorrichtung mit gleicher Farbtemperatur, umfassend die Schritte Ausbilden einer Anzahl Leuchtdioden auf einem Wafer; 30

Ermitteln der Wellenlänge von der Lichtemission der Leuchtdioden auf dem Wafer;

Ausbilden unterschiedlicher Mengen Phosphor auf den zugehörigen Leuchtdioden in der Waferform je nach Wellenlänge des von der jeweiligen Leuchtdioden emittierten Lichts und Erhalt von Leuchtdioden mit gleicher Farbtemperatur auf dem Wafer; 35

Unterteilen der Leuchtdioden auf dem Wafer in eine Anzahl weißes Licht emittierender Formstücke mit gleicher Farbtemperatur; und 40

Erhalten von weißes Licht emittierenden Vorrichtungen mit gleicher Farbtemperatur durch Umschluss der jeweiligen lichtemittierenden Formstücke.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die auf der Wafer-Leuchtdiode aufgebrachte Menge Phosphorstoff vermindert wird, ist die von der Diode abgestrahlte erste Wellenlänge länger als die Standardwellenlänge. 45

11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die auf der Wafer-Leuchtdiode aufgebrachte Menge Phosphorstoff erhöht wird, ist die von der Diode abgestrahlte erste Wellenlänge kürzer als die Standardwellenlänge. 50

12. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die auf der jeweiligen Leuchtdiode in der Waferform aufgebrachte Menge Phosphorstoff mithilfe eines Tintenstrahldruckverfahrens aufgebracht wird. 55

13. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Leuchtdiode eine Gruppe-III-V-Leuchtdiode auf der Basis von Galliumnitrid ist.

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Tintenstrahldruckverfahren ausgewählt ist aus thermisches Gasblasen- und piezoelektrisches Tintenstrahldrucken. 60

15. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Diode eine UV/Blau-Leuchtdiode ist.

16. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Licht emittierende Vorrichtung weißes Licht mit uniformer Farb- 65

temperatur abstrahlt.

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

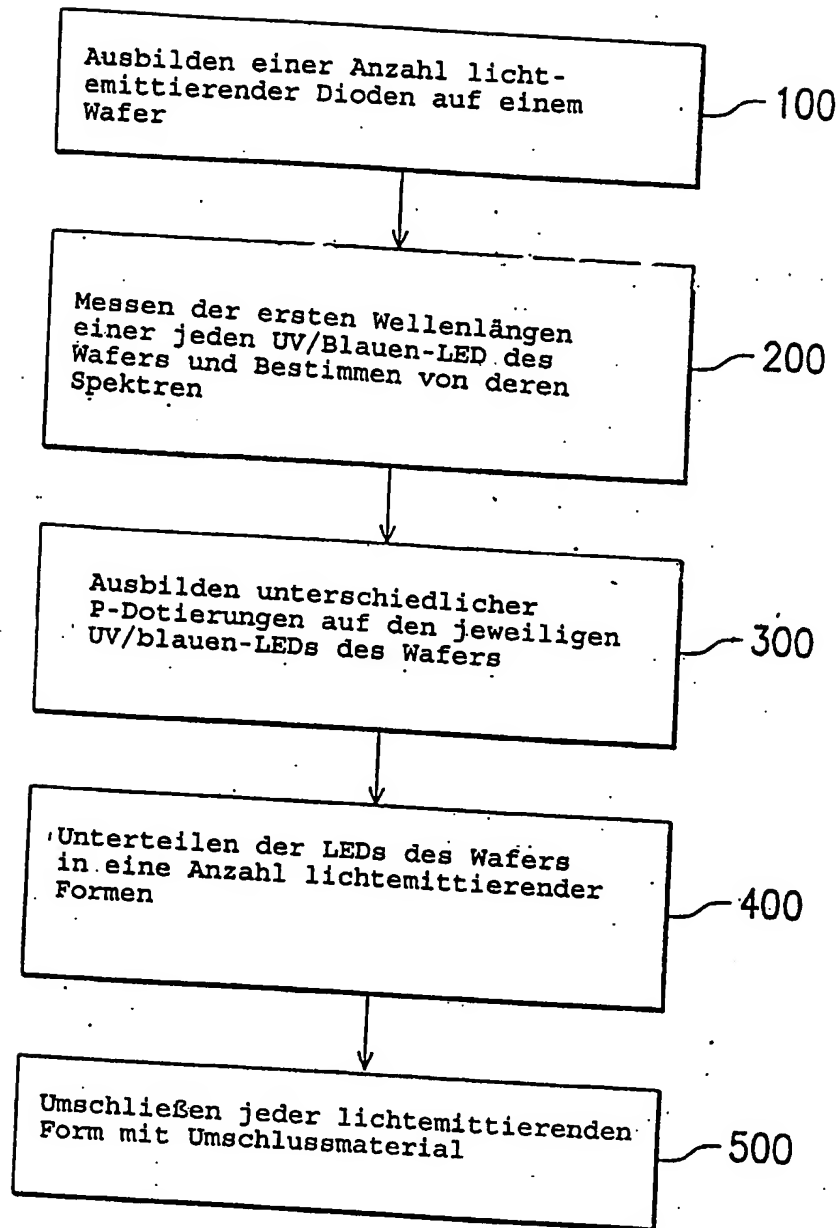


FIG. 2

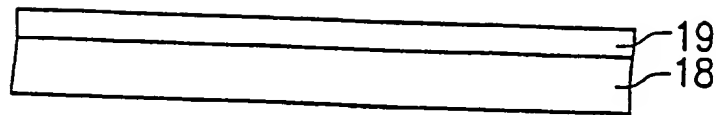


FIG. 1A ( Stand der Technik )

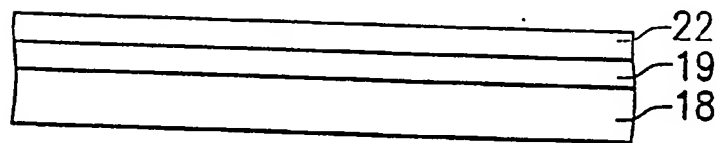


FIG. 1B ( Stand der Technik )

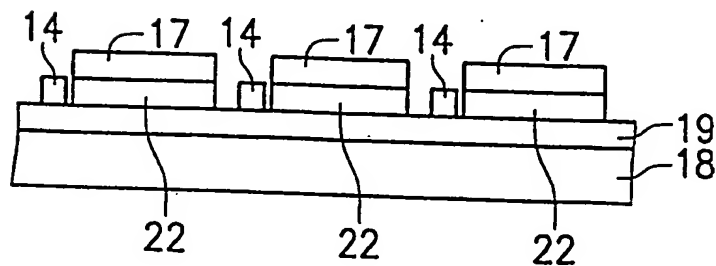


FIG. 1C ( Stand der Technik )

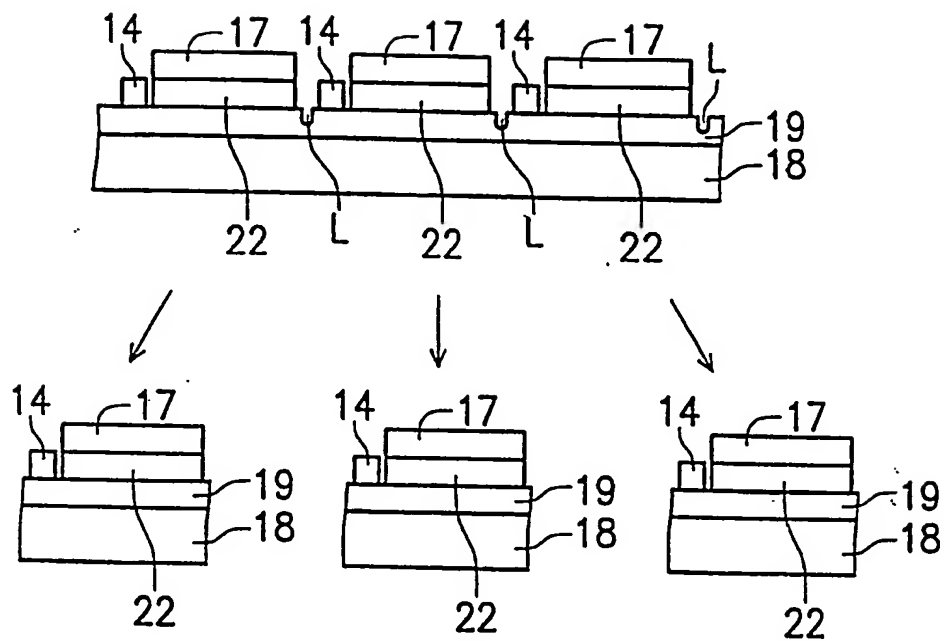


FIG. 1D ( Stand der Technik )

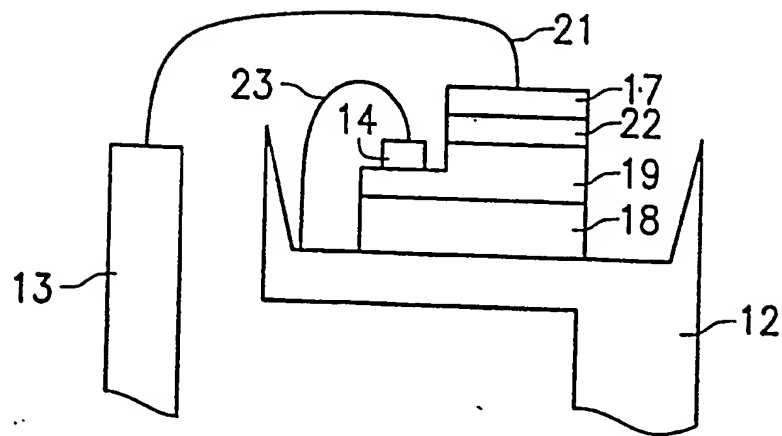


FIG. 1E ( Stand der Technik )

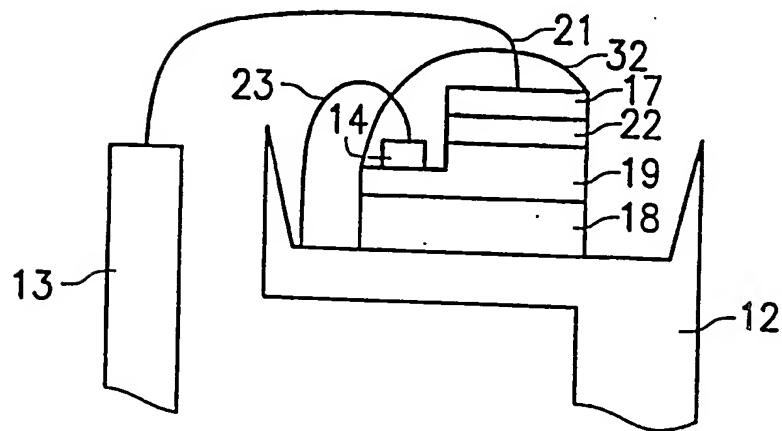


FIG. 1F ( Stand der Technik )

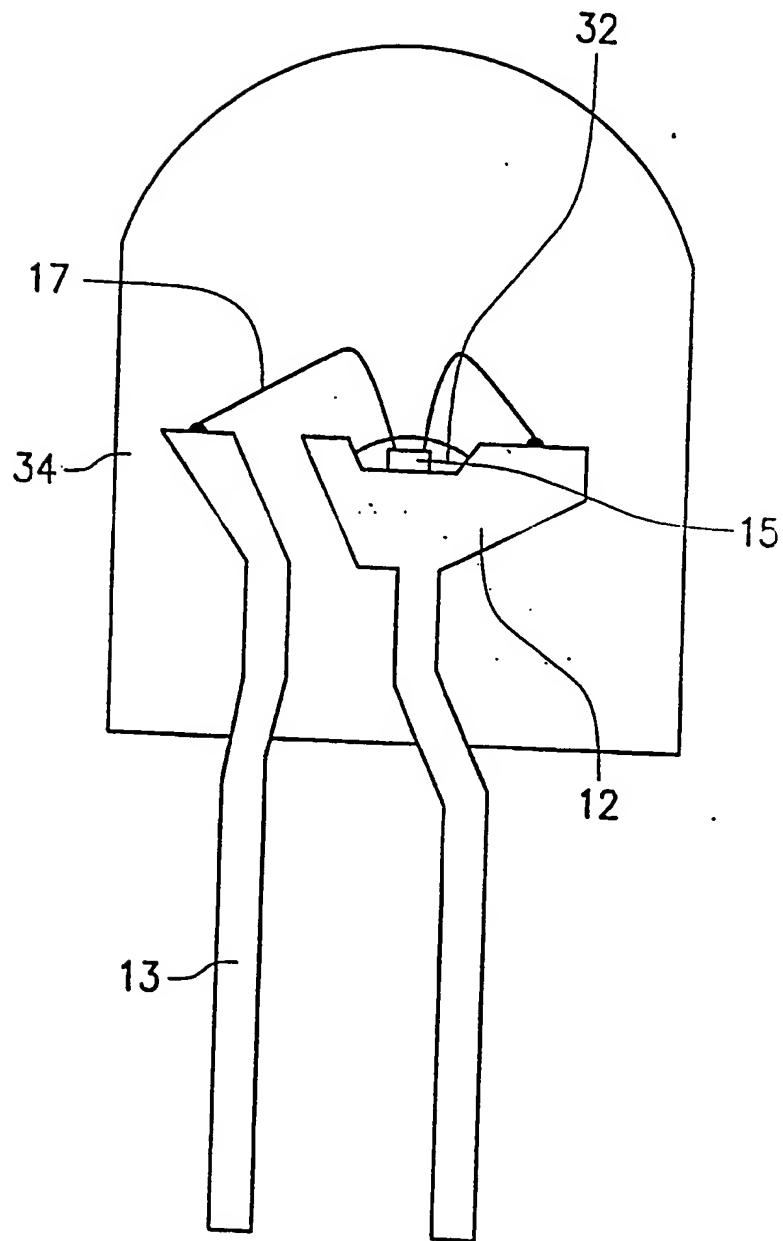


FIG. 1G ( Stand der Technik )

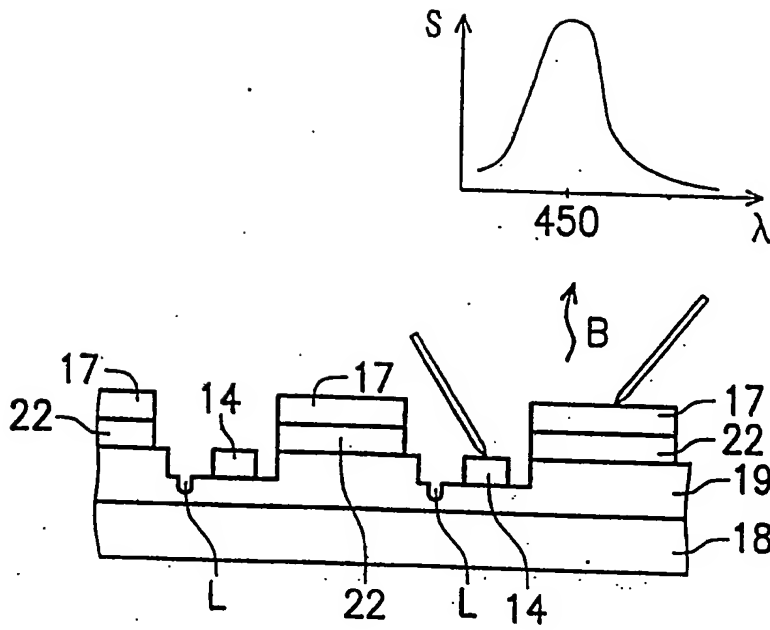


FIG. 3

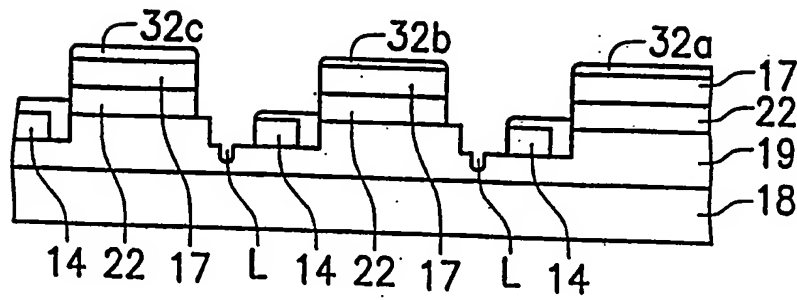


FIG. 4

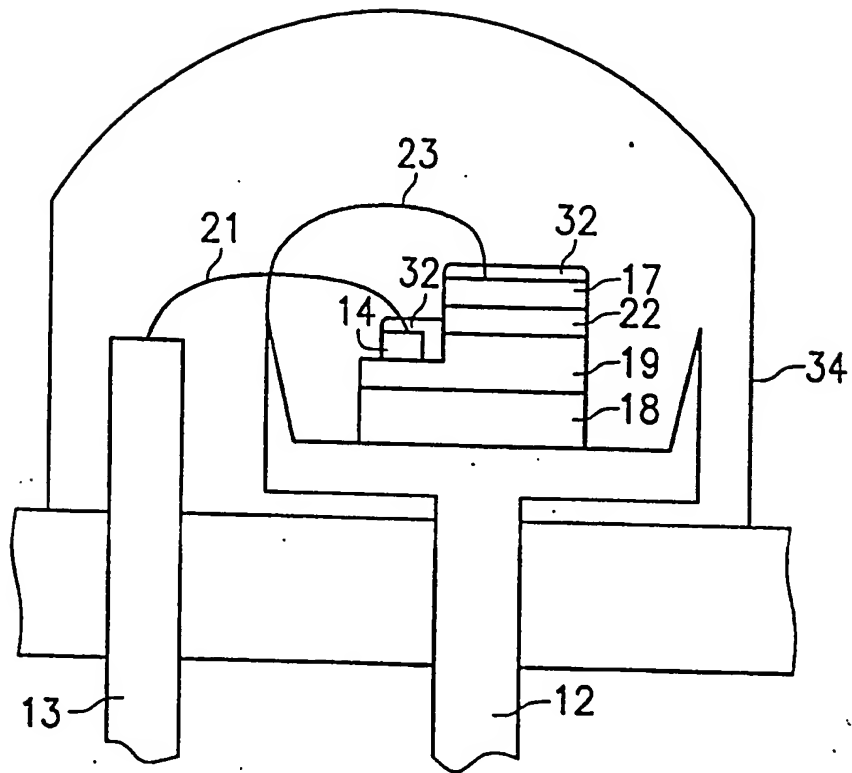


FIG. 5

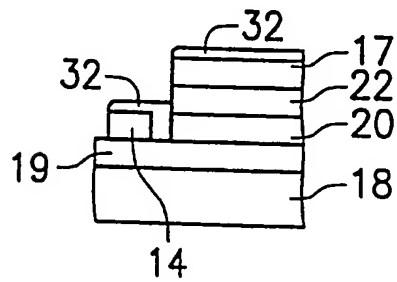


FIG. 6